Verschleppung des Eisens durch den Flüssigkeitsstrom in der Augenlinse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der gesammten Medizin

der

medizinischen Facultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Joseph Kuschel, approb. Arzt
aus Gierichswalde i./Schlesien.

München 1896.
Buchdruckerei von M. Ernst, Senefelderstr. 4.

Verschleppung des Eisens durch den Flüssigkeitsstrom in der Augenlinse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der gesammten Medizin

der

medizinischen Facultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Joseph Kuschel, approb. Arzt
aus Gierichswalde i./Schlesien.

München 1896.
Buchdruckerei von M. Ernst, Senefelderstr. 4.

Da der anatomische Bau der Augenlinse wenig Anhaltspunkte bietet, um einen Einblick in das Ernährungs-System derselben zu bekommen, so versuchte man diese Frage durch das Experiment zu lösen.

Eine Anzahl derartiger Experimente hat das gemeinsame, die fraglichen Flüssigkeitswege in der Linse mit chemischen, physiologisch wenig differenten Stoffen, welche in die Lymphbahnen des Körpers auf irgend eine Weise gebracht, schliesslich auch ins Auge und in die Linse gelangen, gewissermassen zu injizieren und so sichtbar zu machen. In der Wahl jener Stoffe macht sich ein prinzipieller Gegensatz der betreffenden Experimente geltend. Die einen Forscher wandten Lösungen an, welche sie nach Enukleation der Augen in diesen durch die entsprechenden Reaktionen nachwiesen; die anderen dagegen Lösungen, welche in die Linse gelangt beim lebenden Tiere schon durch ihre Farbe sichtbar wurden. Zu ersteren gehören Knies, Weiss, Ullrich und Deutschmann; zu letzteren Schöler und Uhthoff; Schick wandte beide Verfahren an.

In einer weiteren Anzahl von Arbeiten suchte man aus den durch Ernährungsstörungen bedingten pathologischen Erscheinungen einer Katarakt auf die normalen Verhältnisse der Flüssigkeitsströmungen in der Linse zu schliessen. Um die einzelnen Phasen einer entstehenden Katarakt zu studieren, wurde

dieselbe experimentell erzeugt. Magnus verabreichte Naphthalin, Salz oder Zucker, Schlösser studierte experimentell die traumatische Katarakt und kam zu bestimmten Schlüssen über die Saftströmungen in der Linse.

Nachdem Samelsohn die Beobachtung machte, dass bei Linsen, in welche zufällig ein Eisensplitter gelangte und daselbst längere Zeit verblieb, eine bestimmte Wanderung des Eisens in irgend einer löslichen Form eintrat, lag es nahe, dieses Experiment des Zufalls nachzuahmen. Wir haben somit ein Verfahren, welches im Grunde genommen eine Kombination der beiden obenerwähnten Methoden darstellt. Denn infolge der Verletzung der Linse durch den eindringenden Eisensplitter entsteht eine traumatische Katarakt, eine Störung des Flüssigkeitswechsels, durch die Lösung des Eisens eine Verschleppung durch denselben. Während aber bei Benutzung des Lymphstromes im Körper überhaupt zum Studium der vorliegenden Frage vor allem zu erwarten war, den Anschluss des Ernährungssystems der Linse an das des übrigen Auges, also den Anfang desselben zu ermitteln, wird bei Benutzung der Strömungen in der Linse selbst vor allem die Hoffnung vorhanden sein, den weiteren Verlauf, das Ende und den Austritt des Flüssigkeitsstromes studieren zu können. Versuche dieser Art machten Ausin (1891) und v. Hippel (1894).

Herr Dr. Schlösser hatte bereits im Jahre 1890 einer grösseren Anzahl von Kaninchen Eisenspitter in die Linse eingeführt, und die sich abspielenden Vorgänge längere Zeit beobachtet. Er hatte die grosse Liebenswürdigkeit, zwei derartig operierte Augen mir

zum Studium zu überlassen und dabei zugleich die bereitwilligste Unterstützung zu gewähren.

Da der Zweck der vorliegenden Arbeit ist, einen Beitrag zur Bestimmung der Wanderung des Eisens in der Linse zu liefern, will ich nicht die noch strittige Frage, in welcher chemischen Verbindung das Eisen gelöst wird, berühren, sondern mich lediglich auf die histiologischen Veränderungen infolge der Wanderung des Eisens beschränken.

Technik.

Da mir die Methode, mit welcher Schlösser die Eisensplitter in die Linse einführte, gewisse Vorzüge zu haben scheint, sei es mir gestattet, die Technik, welche Ausin und v. Hippel anwandten, vorher kurz zu erwähnen.

Ausin machte mit einer Lanze einen Stich in die Hornhaut, führte durch die Oeffnung mittels einer Förster'schen Irispincette 2—3 mm lange Nähnadelspitzen ein und stach dieselben in die Linse.

v. Hippel liess durch Punktion der Vorderkammer das Kammerwasser abfliessen, stach dann bis 6 mm lange, scharf geschliffene, lanzenförmige Präparier-Nadelspitzen, welche er mit einer anatomischen Pincette gefasst hatte, von vorn durch die Hornhaut ein.

Schlösser schnitt 1/2 bis 1 mm lange Stückchen eines Eisendrahtes, welcher das Lumen einer Canüle der Pravaz'schen Spritze ausfüllte, ab, stach die Canüle an beliebiger Stelle durch die Cornea in die Linse und beförderte das Eisenstückchen durch ein Vorschieben des Canülendrahtes in die Linse.

Dieses Verfahren bietet jedenfalls verschiedene Vorteile. Bei den ersten beiden Methoden besteht die Operation aus zwei Akten, der Eröffnung der Kammer und dem Einstechen des Splitters. Hier dagegen sind diese beiden Akte in einem einzigen verbunden. Die Operation ist demnach kürzer und einfacher. Auch für unseren Zweck scheint sie besser zu sein. Da die Grösse des Eisensplitters sich nach der Bohrung der Einstichsnadel richten muss, diese aber grösser oder kleiner gewählt werden kann, so ist man im Stande, möglichst kleine Splitter einzuführen, während bei den andern beiden Methoden die Splitter immer eine gewisse Länge haben müssen, um von der Pincette so gefasst werden zu können, dass noch eine Spitze zum Einstechen hervorragt. Die Kleinheit des Splitters aber ist sicher von Bedeutung; denn dadurch wird die Linse in geringerem Grade verletzt und ihre anatomischen Verhältnisse entfernen sich nicht allzusehr von den normalen.

Mikrochemischer Nachweis des Eisens.

Zum mikrochemischen Nachweis des Eisens sind zwei Reaktionen üblich, die nach Perls mit Ferrocyankalium und Nachbehandlung mit Salzsäure, und die nach Quincke mit Schwefel-Ammonium. Erstere Methode wurde hauptsächlich bei vorliegenden Untersuchungen angewandt.

Perls legte die Schnitte längere Zeit in Ferrocyankaliumlösung und hierauf in Salzsäure. Die Reaktion muss in kurzer Zeit zu Stande kommen. In derselben Weise verfuhr Bunge. Er sagt: „Lege ich ein Stück Retina in Ferrocyankaliumlösung und

tauche dasselbe dann in Salzsäure, so färbt sich das ganze Gefässsystem so schön blau und gleichmässig, dass . . . . . .“ Ich zitiere diese Stelle, weil v. Hippel wesentlich von diesem Verfahren abgewichen ist, er schreibt: „Ich habe von einer zehnprozentigen Ferrocyankaliumlösung und chemisch reiner Salzsäure ungefähr gleiche Mengen zusammengegossen, dann mit destilliertem Wasser ziemlich stark verdünnt und die Schnitte von einem Nachmittag oder Abend bis zum nächsten Morgen liegen lassen.“

v. Hippel begeht nun einen Fehler, wenn er Ferrocyankalium und Salzsäure zusammengiesst und beide zusammen längere Zeit auf die Schnitte wirken lässt, denn hiedurch entstehen infolge des gleichzeitigen Einwirkens der Säure auf das Salz unter Bildung von Ferrocyanwasserstoffsäure an der Luft sich blaufärbende Niederschläge, die also gar nicht von dem Eisen des zu untersuchenden Präparates herrühren. Freilich tritt diese Zersetzung erst nach kürzerer oder längerer Zeit ein, je nachdem die Säure verdünnt ward. Doch dürfte die Dauer von einem Abend bis zum anderen Morgen viel zu lang sein, zumal v. Hippel zuerst die konzentrierteren Reagenzien zusammengoss und dann erst verdünnte. Somit war der konzentrierten Salzsäure, wenn auch nur einen Augenblick, Zeit genug gelassen, um das Geschäft der Zersetzung vorzunehmen. Ich führe einige diesbezügliche Worte von Perls an: „Das Blut zeigt unter dem Mikroskope bei Behandlung mit Ferrocyankalium oder Ferridcyankalium und Salzsäure durchaus keine Reaktion; nach mehrstündigem Liegen des Präparates treten allerdings hie und da intensive blaue Niederschläge auf; eine solche, nach

längerer Zeit erst erfolgende Reaktion hat aber natürlich keinen Wert, sie zeigt nur die Bildung von Ferrocyanwasserstoffsäure (durch Zersetzung des Ferrocyankaliums) an.“

Hieraus ergiebt sich, dass die Resultate von v. Hippels Untersuchungen sehr unsicher sein müssen, auch wenn er versichert, „dass die Reaktion, wo sie positiv ausfällt, so scharf und exakt ist, dass irgend welche Zufälligkeiten bei ihrem Zustandekommen gar keine Rolle spielen.“

Unter einer Anzahl von Schnitten, welche ich auf die v. Hippel'sche Methode behandelte, zeigte sich bei einigen folgendes Bild. In der Corticalis, besonders der vorderen, wurden unter dem Mikroskop zwischen den einzelnen Linsenfasern kleine, blaue Punkte in regelmässigen Abständen von einander sichtbar. Es hatte den Anschein, als seien diese der Ausdruck der Reaktion auf Eisenteilchen, welche zwischen den Fasern hinter einander gewandert seien. Wenn man die Lage dieser Punkte der einzelnen Reihe zu einander betrachtet, so ist wiederum eine bestimmte reihenförmige Anordnung zu erkennen, welche die erstgenannten Reihen schief kreuzt. Das Ganze bietet das Bild von dem Grundriss einer Baumpflanzung dar.

Bei Verstellung der Ebenen in dem Mikroskop fand sich nun, dass diese blauen Punkte alle an der Ober- respective Unterfläche des Präparates sich befanden, jedoch nie im Schnitte selbst deutlich eingestellt werden konnten. Es entsprach die ersterwähnte reihenförmige Anordnung der Punkte der Richtung der Linsenfasern, die zweite, überkreuzende, der Schnittrichtung des Mikrotom's. Solche parallele Streifungen

kommen ja, wie bekannt, auch bei den besten Mikrotommessern in den Präparaten zu Stande und erkläre ich mir das oben genannte Bild demnach so, dass bei dem Schneiden an vielen Punkten etwas Zwischensubstanz von dem Messer über die folgende Linsenfaser mit herübergenommen und darüber gelagert wurde. Offenbar besitzt nun die Zwischensubstanz der Linsenfasern (zeigte sich auch bei anderer Gelegenheit) eine grössere Disposition zur Ablagerung von Berliner-Blau und musste somit die beschriebene Doppelstreifung entstehen. Ausser der Substanz zwischen den Linsenfasern zeigte die Cornea und der Glaskörper grosse Neigung sich durch die Niederschläge blau zu färben. Sowohl normale, als auch Präparate mit Eisensplittern, welche auf die v. Hippel'sche Weise behandelt wurden, zeigten dieses Verhalten. Aus all dem geht hervor, dass diese Methode des Eisennachweises zu Irrtümern führt.

Ich komme nun zu dem Verfahren, wie es Ausin anstellte; denn auch dieses weicht ab von dem oben angegebenen. Ausin liess 24 Stunden zweiprozentige Ferrocyankaliumlösung auf die Schnitte einwirken, um durch späteren Zusatz von verdünnter Salzsäure die Reaktion in kurzer Zeit zu erzielen. Bei der kurzen Dauer der Einwirkung von verdünnter Salzsäure auf die verdünnte Ferrocyankaliumlösung und die Schnitte ist wohl anzunehmen, dass hier die Reaktion auf das Eisen in der Linse früher eintrat, als die Zersetzung des Ferrocyankaliums; daher dürften gegen dieses Verfahren wesentliche Einwände nicht erhoben werden, zumal auch bei dem getrennten Einwirken beider Reagenzien immerhin eine geringe Menge

von Ferrocyankalium-Lösung durch das Ueberführen mit in die Salzsäure gebracht wird. Bei vorliegender Arbeit wandte ich die Eingangs dieses Kapitels erwähnte Methode nach Perls und Bunge an. Die Schnitte wurden 24 Stunden lang in zweiprozentige Ferrocyankaliumlösung gelegt, dann herausgenommen und in zweiprozentige Salzsäure übergeführt. Ich liess dieselbe solange einwirken, bis deutliche Reaktion eintrat, was nach 5—8 Minuten geschah. Eine Anzahl von Schnitten zeigte nach dieser Zeit sehr schwache Verfärbung, weshalb ich sie bis 30 Minuten der Salzsäure aussetzte, ohne dass die Reaktion stärker wurde. Wie sich bei der histologischen Untersuchung nachträglich herausstellte, entsprechen diese Schnitte den Linsenteilen, welche am wenigsten histologisch verändert und von Eisen imprägniert waren. Da, wie oben erwähnt, beim Ueberführen der Schnitte in die Salzsäure eine geringe Menge von Ferrocyankaliumlösung in dieselbe gelangt, wäre die Bildung von Ferrocyanwasserstoffsäure wohl denkbar gewesen. Daher wurden immer zur Kontrolle Parallelversuche mit Schnitten von normalen Augen angestellt. Trotzdem ich die Salzsäure auf diese bedeutend länger (60 Minuten) wirken liess, habe ich nie blaue Verfärbung beobachtet. Ausserdem wandte ich bei einer grösseren Anzahl von Schnitten die Reaktion mit Schwefelammonium, welche dieselbe Verbreitung des Eisens, wie sie mit Ferrocyankalium nachgewiesen wurde, konstatierte.

Betreff der sonstigen Behandlung der Präparate will ich noch bemerken, dass die beiden Augen nach der Enukleation in Salpetersäure gehärtet wurden. Vor

dem Schneiden wurden sie mit Cocionella-Alaun in toto gefärbt und in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden schliesslich nach Eintritt der Reaktion in Wasser abgespült, in 75%igem, dann in absolutem Alkohol entwässert und hierauf in Nelkenöl gebracht. Zum Aufkleben auf den Objektträger benutzte ich Schellack, das Paraffin entfernte ich durch Erwärmen des Objektträgers nnd mit Xylol. Dass chemisch reine Reagenzien angewandt und überhaupt alle Vorsichts-Massregeln, um die Berührung mit Eisen zu vermeiden, getroffen wurden, ist wohl selbstverständlich. Nur will ich noch erwähnen, dass das gewöhnliche Filtrierpapier stark eisenhaltig ist und daher nicht bei der Herstellung der Lösungen benutzt werden darf.

Krankengeschichten.

Fall I.

27. IX. 90. Einführung eines Eisensplitters.

13. X. 90. Der Eisensplitter befindet sich rechts vorn und oben in dem Linsenkern.

25. X. 90. Mit Ausnahme der nächsten Umgebung ist die Linse klar.

26. XI. 90. Unterhalb der Einstichstelle und central von dem Fremdkörper liegt eine grössere subkapsuläre Trübung; um dieselbe herum kleinere und kleinste. Alle sind etwas bräunlich verfärbt. Der Fremdkörper ist gut rostig; sonst ist die Linse klar.

10. I. 91.*) Perinucleär und entsprechend dem vertikalen vorderen Sternstrahl sieht man eigentümliche,

*) Leider kann ich die von Herrn Dr. Schlösser den Krankengeschichten beigegebenen Zeichnungen, welche den Verlauf wesentlich besser klar stellen als die Beschreibung, nicht beigeben.

stark lichtbrechende Ringe, resp. einen Streifen. Die Linse ist übrigens bei Durchleuchtung völlig klar, nur in der Partie zwischen Splitter und Kapselnarbe macht sich ein kugelförmiges Gebilde mit unregelmässigen, zerstreuten, trüben, grösseren und kleineren Stellen bemerkbar. Auch vereinzelte Rostpartikelchen sieht man hier. Der Splitter ist stark rostig.

25. X. 91. Splitter und Kapselnarbe zeigen das frühere Verhalten. Da, wo der hintere Sternstrahl der Kerngegend aufsitzt, liegt scheinbar eine grössere Vacuole i. e. ein Flüssigkeitsraum, in welchen die aufgeblätterte Linsenmasse vorsteht. In dieser Gegend befinden sich überall geringe Trübungen und rostartig gefärbte Massen.

26. I. 92. Das Bild hat sich insofern wesentlich verändert, als die Umgebung der Kapselnarbe einen ziemlich grossen trüben Hof bekommen hat, der in der Mitte oval braun pigmentiert ist. Die das letztemal genannte Vacuole hat sich wesentlich vergrössert, und es scheinen deren Wandungen von eigentümlich wellig geformten und rot-braun-gelb gefärbten Zügen (Faserzügen) eingenommen zu sein. In der unteren Grenze der Vacuole graue Trübungen, welche scharf abgegrenzt in die klare Cortex vorspringen. Der Splitter ist kaum mehr zu sehen. Schon ohne Vergrösserung erscheint die ganze Trübung braun. Der Aequator ist überall klar.

27. V. 92. Die ganze obere und innere Mitte der Linse sieht ziemlich diffus trüb aus und macht es den Eindruck, als ob hier rostig getrübte Cortexmassen in ungleicher Dichte mit viel Flüssigkeit dazwischen lägen. Keine einzelnen Rostpünktchen, auch bei

Lupenvergrösserung sind zu unterscheiden. Die zum Splitter konzentrischen, rostig gefärbten Streifchen sind noch deutlicher und zierlicher temporal und oben zu sehen. Bei Durchleuchtung ist die Trübung sehr gering, und von dem starken Reflex, den die Linse unten giebt, ist gar nichts wahrzunehmen. Die perinukleären Ringe sind ziemlich deutlich sichtbar.

2. IX. 92. Spontaner Tod.

Fall II.

27. IX. 90. Einführung des Eisensplitters in die linke Linse.

14. X. 90. Die Iris ist mit der Kapselnarbe verheilt. Um den Splitter herum erscheint die Linse etwas getrübt.

26. XI. 90. Eine breite, stark gedehnte Synechie zieht von der temporal vom Centrum gelegenen Kapselnarbe zum temporalen Rande der erweiterten Pupille. Weit hinten in der Linse, die Hinterkapsel wohl fast berührend, liegt von vorn nach hinten ein rostiger Splitter, von welchem aus eine fadenförmige Trübung nach der Kapselnarbe zieht. Der Splitter liegt ausserdem temporal in der hinteren Cortex an der Grenze zwischen Kern und Rinde. Bei seitlicher Beleuchtung macht es den Eindruck, als ob die temporale Linse trüb sei, was sich jedoch bei Durchleuchtung nicht bewahrheitet. (Also wohl Oedem).

10. I. 91. Die ganze temporale Linse zeigt einen völlig kataraktösen Reflex, in welchem jetzt bei Durchleuchtung zunächst der Kapselnarbe und in zwei wie ein mazeriertes Blatt aussehenden Streifen der hinteren Rinde nach aussen unten wirkliche Trübung zu er-

kennen ist. Sonst sind eigentümliche, differente Partien im Lichtbrechungsvermögen vorhanden. Vom Splitter zieht gerade nach vorn eine deutliche Roststrasse.

25. X. 91. Die temporale Trübung ist verschwunden, nur der hintere Sternstrahl erscheint bei fokaler Beleuchtung deutlich, bei Durchleuchtung schwach trüb. Sonst ist die Linse klar. Vom Splitter zieht eine Roststrasse gerade nach vorn, welche sich zu einer perinukleären schichtstaarartigen Rostplatte auf der temporalen und temporal unteren Seite ausdehnt. Von hier nach vorn zu der Irisverwachsung und der Kapselkatarakt liegt noch eine ziemlich dicke Linsenmasse, welche völlig klar ist.

25. V. 92. Status idem.

26. V. 92. Das Kaninchen wurde getötet.

Makroskopischer Befund.

Fall I.

Die makroskopische Betrachtung der Schnitte, welche den Ort des Fremdkörpers getroffen haben, ergiebt in Verbindung mit dem Befunde der Krankengeschichte, dass sich der Splitter rechts und vorne im Kern der oberen Linsenhälfte befand.

Wenn man zunächst von einer besonderen Lokalisation der Eisenreaktion absieht, so kann man bestimmte Gegensätze in der Intensität der Blaufärbung erkennen. Der Splitter sass also in der oberen Hälfte der Linse. Es war wohl vorauszusehen, dass hier auch die grösste Verbreitung des Eisens stattgefunden haben würde, während die andere Hälfte weniger daran beteiligt wäre. Dies wird thatsächlich auch durch die

Reaktion bestätigt. Während nämlich bei den Schnitten der oberen Linsenhälfte die Eisenreaktion schon nach 5—8 Minuten langem Einwirken der Salzsäure intensiv genug eintrat, erzielte ich bei denen der unteren Hälfte kaum eine Blaufärbung, trotzdem sie 15—30 Minuten lang der Salzsäure ausgesetzt wurden. Man kann wohl sagen, dass die untere Hälfte der Linse ziemlich eisenfrei ist.

Der Splitter war ferner auf einer Seite, nasale, lokalisiert. Dementsprechend zeigt die Reaktion auch hier eine stärkere Verfärbung als auf der anderen Seite. Die intensivste Eisenverbreitung würde hiernach also in dem nasalen oberen Linsen-Sektor vorhanden sein.

Neben diesem allgemeinen Verhalten kann man durch die makroskopische Untersuchung auch schon eine mehr spezielle Lokalisation des Eisens bemerken. Betrachten wir zunächst die Schnitte in der Höhe des Splitters. Der Linsenkern ist mit Ausnahme der engeren Umgebung des Splitters vollständig frei von Verfärbung. Die perinukleäre Schicht zeigt deutliche Reaktion, welche entsprechend dem oben Gesagten besonders stark ist auf der Seite des Splitters und zwar vorne. Von hier aus wird sie nach hinten auf derselben Seite kaum schwächer, wohl aber hinten auf der entgegengesetzten Seite, um endlich von hier aus nach vorne allmählich ganz zu verschwinden.

Aequatorialwärts von der genannten perinukleären Verfärbung wird die Reaktion allmählich schwächer. Dieses Verhalten zeigen also Schnitte, welche einen ziemlich grossen Teil des Kernes noch getroffen haben. In dem Verhältnis, wie die Schnitte sich dem Aequator nähern, und also auch der Kerndurchschnitt kleiner

wird, nimmt die Cortex zu, da sie schief getroffen wird. In der Ebene, welche tangential zum Linsenkern liegt, wird der Kerndurchschnitt verschwunden und das Centrum des Linsenschnittes nur noch von perinukleären Linsenmassen gebildet sein. Weiter äquatorialwärts schwinden auch diese bald und die Aequatorial-Cortexmassen treten an ihre Stelle. Da nun die Eisenreaktion hauptsächlich auf den perinukleären Bezirk beschränkt bleibt, und nach dem Aequator zu allmählich abnimmt, ändert sich auch den oben angegebenen anatomischen Verhältnissen entsprechend das Bild. Die Blaufärbung nimmt mit dem Schwinden des Kernes immer mehr das Centrum der Schnitte ein, wird aber weiter an den mehr äquatorialwärts gelegenen Schnitten immer schwächer, um endlich am Aequator ganz zu verschwinden. Dieser Befund bezieht sich natürlich auf die obere Linsenhälfte.

Fall II.

Bezüglich der Lage des Splitters bestätigt auch hier das Studium mit unbewaffnetem Auge die klinische Beobachtung. Der Fremdkörper liegt in dem hinteren Kerngebiet unmittelbar an der perinukleären Zone, dem hinteren Pole gegenüber. Er ist mit seiner Längsaxe von hinten nach vorn gerichtet. Der Kern selbst ist ebenfalls bis auf die nächste Umgebung des Splitters vollständig frei von Eisenreaktion. Der perinukleäre Bezirk ist auf beiden Seiten ziemlich gleich stark verfärbt. Eine Verschiedenheit in der Reaktion der oberen und unteren Linsenhälfte konnte nicht festgestellt werden, da wegen der allzu grossen Härte des Kernes, um ein Schneiden der Linse zu ermöglichen, der

selbe entfernt werden musste. Dies geschah durch den Thermokauter.

Mikroskopischer Befund.

Fall I.

Bei der mikroskopischen Beschreibung will ich die pathologisch-anatomischen Veränderungen einer Cataracta traumatica, die hier in Frage kommt, nur insofern berücksichtigen, als sie mir als direkte Folge von den Eisenwanderungen wichtig zu sein scheint.

Die Vorderkapsel ist bei der Mehrzahl der Schnitte auf der Splitterseite von den vorderen Faserenden losgelöst, liegt aber auf der dem Splitter entgegenliegenden Linsenhälfte häufig fest. Unmittelbar vor dem Aequator der dem Fremdkörper entsprechenden Linsenseite beginnend und kaum über den vorderen Pol hinausreichend zeigen die Epithelien der Vorderkapsel deutliche Eisenreaktion. Das Eisen ist in dem Protoplasma der Zellen in Form von kleinen Körnchen abgelagert. Der Zellkern weist keine Reaktion auf und ist deutlich zu erkennen. Zellwucherungen konnten nicht konstatiert werden. An einem Kapselschiefschnitt sieht man ein eigentümliches Bild. Vor dem Aequator liegen drei kreisrunde, scharf von Epithelien begrenzte Lücken. Verbindet man sie durch Linien, dann bilden diese ein Dreieck. Ihre Lage in der Nähe des Ansatzes der Zonulafasern und die scharfe regelmässige Umrandung erwecken den Gedanken, dass es sich hier um die vermuteten Stomata der Vorderkapsel handeln könne.

Zwischen der vorderen Linsenfläche und dem Epithel sich wieder auf die Seite des Fremdkörpers haltend

liegt eine Schicht bläulich gefärbter, körniger Detritusmassen, welche man bis auf die Schnitte der anderen Linsenhälfte verfolgen kann. Eine ähnliche Schicht eisenhaltiger, körniger Massen, welche zum Teil kugelige Gebilde enthält, befindet sich zwischen der hinteren Kapsel und der Cortex. Sie erstreckt sich auf beide Linsenhälften und Schnittseiten, doch ist sie im allgemeinen auf der Seite des Splitters weiter nach dem Aequator zu ausgebreitet. Die vordere Cortex zeigt gegenüber dem Fremdkörper am vorderen Pol ein zerklüftetes, zertrümmertes Aussehen mit bläulicher Verfärbung.

Die eben beschriebenen Veränderungen im Bereiche der Vorder- und Hinterkapsel zeigen im wesentlichen das gleiche Verhalten bei allen Schnitten der oberen Linsenhälfte und greifen zum Teil auch etwas auf die untere über. Bezüglich des perinukleären Bezirkes bestätigt die mikroskopische Untersuchung den makroskopischen Befund. Die Eisenreaktion erscheint als eine diffuse Verfärbung der Linsenmassen. Zum Teil sind auch zwischen den Fasern dunklere, blaue Streifchen. An den äquatorialwärts liegenden Linsenfasern ist eine diffuse Verfärbung derselben nicht wahrzunehmen, dagegen macht es den Eindruck, als sei das Eisen zwischen den Fasern gewandert. An dem hinteren Pol stösst die blaugefärbte, perinukleäre Zone, wie Linsenschnitte in der Höhe des Fremdkörpers lehren, mit der oben beschriebenen zerklüfteten Cortex des hinteren Poles zusammen. Von hier erstreckt sich die Blaufärbung perinukleär ungefähr bis an die Aequatorialebene der andern Seite, während sie nach vorn ziemlich verschwunden ist. Schnitte der

äquatorialen Corticalis enthalten noch Veränderungen, welche sicherlich in Beziehung stehen zu dem gestörten Flüssigkeitsstrom. Der vordere Teil der Linsenfasern ist hier bis zum Kernbogen, welcher in immer grösserer Ausdehnung schon sichtbar wird, in keiner wesentlichen Veränderung begriffen. In dem hintern Teil dagegen, genau bis zum Kernbogen reichend, aber nicht über ihn hinausgehend, kommen zunächst eine Menge von spindelförmigen Lücken zwischen den Fasern zu Gesicht. Dabei sind auch letztere zum Teil gequollen und zerfallen. Verfolgt man die Schnitte mehr nach dem Aequator zu, so verschwinden die gequollenen Linsenfasern, doch sind die Lücken noch bis in unmittelbare Nähe des Aequators vorhanden. Diese Spalten sind von verschiedenem Umfang. Kleinere und kleinste wechseln mit grösseren ab. An allen sieht man deutlich, wie die benachbarten Linsenfasern um sie herumgehen, ihnen gewissermassen ausweichen. Dieses Verhalten und auch die schmäleren Konturen der begrenzenden Fasern sichern wohl die Annahme, dass erhöhter Druck oder Stauung der interfibrillären Flüssigkeit die Ursache der Lücken ist. Der sichtbare Ausdruck derselben ist dann der Inhalt der Spindel. Dieser ist in unmittelbarer Nähe des perinukleären Bezirkes von intensiver Blaufärbung, welche äquatorialwärts abnimmt. Die gleiche Ursache hat wohl auch in demselben Linsengebiete ein Bild, welches eine Beobachtung in der Krankengeschichte bestätigt. Ich meine die Vakuole an der Stelle, wo der hintere Sternstrahl der Kerngegend aufliegt. Dementsprechend lässt sich durch eine Anzahl von Schnitten eine runde Stelle verfolgen, welche zentralwärts grösser wird, um

schliesslich mit dem perinukleären Bezirke zu verschmelzen. Die Begrenzung wird, soweit sie noch erhalten ist, durch Linsenfasern gebildet, die dasselbe Verhalten zeigen, wie bei den spindelförmigen Lücken. Der Inhalt weist starke Eisenreaktion auf.

Fall II.

Das zweite Auge erscheint, soweit es erhalten blieb bei Zerstörung des Kernes, bei weitem weniger stark in seinem anatomischen Baue verändert als das erste. Vom Fremdkörper, welcher in der Kernsubstanz an der Grenze der hinteren Cortex dem Pol gegenüber sitzt, geht die Blaufärbung über in die perinukleäre Zone, die dasselbe Verhalten zeigt bezüglich der Art der Einlagerung des Eisens, wie bei dem ersten Falle. Was die Verbreitung anlangt, so ist sie auf beiden Seiten gleichmässig stark. Weder unter der vorderen noch unter der hinteren Kapsel ist eine bläuliche detritusähnliche Schicht zu erkennen. Nur ein schwacher bläulicher Saum zieht unter dem Epithel der Vorderkapsel hin, auf beide Seiten sich erstreckend. Die Epithelien selbst zeigen kaum eine Eisenreaktion. Spindelförmige Lücken und gequollene Fasern sind gleichfalls in dem Gebiete zwischen Aequator und perinukleärer Zone zu finden.

Es sei mir gestattet, hier anzufügen, dass ich auch eine Anzahl von Präparaten anfertigte von einer extrahierten menschlichen Linse, in welcher längere Zeit ein Eisensplitter gesteckt hatte. Es zeigte sich darin von der Stelle des Splitters ausgehend zwischen den einzelnen Linsenfasern Verbreitung des Eisens als förmliche Strassen und Reihen von blauen Körnchen.

Epikrisis.

Die eingangs erwähnten Experimente führten zu folgenden Ergebnissen. Injicierte Knies Ferrocyankaliumlösung in den Glaskörper und suchte sie nach einer gewissen Zeit mit Eisenchlorid nachzuweisen, so fand er „die Hauptmenge im vordersten Abschnitt des Glaskörpers und im ganzen Umfang des sogenannten Petit'schen Kanals. Von hier aus dringt es concentrisch auf den Wegen der Kittsubstanz in die Linsenmasse ein." Daraus zog Knies den Schluss, dass im Glaskörper ein Flüssigkeitsstrom von hinten nach vorn existiere, welcher in seinem weiteren Verlauf durch die hintere Linsenkapsel in die Linsensubstanz selbst gelangt. „Die Linse wird aber nicht an allen Stellen gleichmässig ernährt. Am hinteren Pol tritt Flüssigkeit ein, die schon an Netzhaut und Glaskörper Bestandteile abgegeben hat; gegen den Aequator zu wird dieselbe weichlicher und am Aequator selbst muss die Nahrungsaufnahme am intensivsten sein.

Weiss schlug dasselbe Verfahren ein und stellte fest: „dass bei den meisten Versuchen nur die hintere Linsenhälfte gefärbt und hier es nur die alleräusserste Schicht war, welche lebhafte Färbung zeigt. Die Färbung betrifft die zwischen den Linsenfasern befindliche Kittsubstanz."

Ullrich injicierte gleichfalls Ferrocyankalium in den Glaskörper und sah nach der entsprechenden Reaktion: „einen blauen, hinten am Rand der fossa patellaris scharfrandigen, nach vorn etwas diffuser auslaufenden, immerhin noch gut begrenzten Streifen der Linsenkapsel. Dementsprechend nach hinten scharf begrenzt, nach vorn diffus auslaufende Bläuung zeigte

am Aequator die Linsensubstanz selbst. Ausserdem bot die Hinterkapsel der Linse, sowie die entsprechende Corticalis eine anscheinend von der fossa patellaris ausgehende geringfügige Färbung."

Da ihm wegen des störenden Eingriffes einer Glaskörperinjektion die eben genannten Resultate einer Controlle zu bedürfen schienen, stellte Ullrich noch Versuche an mit subkutanen Injektionen. Es fanden sich nun die Kittleisten des Linsenepithels, sowie die Linsenfasern der Corticalis ziemlich weit nach dem Linsencentrum zu deutlich gebläut, ferner zeigten die Kerne der Linsenfasern einen blauen Saum, während die Linsenfasern selbst anscheinend ungefärbt waren. Als Pforte, durch welche das Ferrocyankalium eingedrungen war, liess sich der Färbung nach nur der Linsenäquator feststellen; die hintere Linsenkapsel war ungefärbt." Betreff des Ursprungs dieses nur am Aequator eindringenden Flüssigkeitsstroms kommt Ullrich zu einer ähnlichen Anschauung wie Knies, indem er annimmt, „dass diese (Flüssigkeit) durch die Glaskörperbegrenzung des Canal-Petiti aus dem Glaskörper in diesen Kanal filtrieren, um an dessen vorderer Wand nochmals aufhaltendes Filtrum zu finden." Die hier stattfindende Stauung sei für die Ernährung des Aequators überaus günstig. Bei der Annahme einer solchen Strömung stützt sich Ullrich auf die Beobachtung, dass bei subkutanen Injektionen in der Gegend des Linsenäquators die stärkste Blaufärbung des Glaskörpers sich finde. Auch nur so lasse sich die nach hinten scharfrandige, nach vorn diffusere Bläuung am Linsenäquator nach Glaskörperinjektionen erklären.

Deutschmann konnte Jodkalium, welches er den Tieren per os einverleibte, „am meisten in der subkapsulären Eiweissschicht unter der hinteren Linsenkapsel und den angrenzenden Partieen der hinteren Corticalis, sowie im ganzen Linsenäquator nachweisen; schwächer auf Palladiumchlorid reagierend: die subkapsuläre Schicht unter der vorderen Kapsel, gar nicht: Linsenkern und vordere Corticalis.“ Durch diesen Befund sucht Deutschmann seine durch andere Beobachtungen gewonnene Ansicht über die Ernährung der Linse zu stützen. Nach ihm sei nämlich die Linse von einer subkapsulären Eiweissschicht umgeben. Durch einen Diffusionsprozess mit den umgebenden Medien vermittle sie den Stoffwechsel derart, „dass sie frisches Material für die Linse aus dem Glaskörper aufnimmt und von dem in der Linse umgesetzten schon gebrauchten Material minimale Mengen in Form von Eiweisssubstanz an das Kammerwasser abgiebt, wofür sie wiederum Wasser und Salz von demselben eintauscht“.

Schöler und Uhthoff konstatierten mittelst Fluorescin zunächst, „dass ein aus dem Glaskörper durch die Zonula oder den Canal-Petiti etc. gelangender Flüssigkeitsstrom nicht existiere“, vielmehr die Flüssigkeitsströmung, welche im Auge besteht, vom Sekretionswinkel zum grössten Teil längs der Iris durch die Pupille in die vordere Kammer geht, während zum kleineren Teil ein Flüssigkeitswechsel von demselben aus in die Linse durch den Canal-Petiti und in den Glaskörper erfolgt.“

Also ist der Glaskörper auch durch Vermittlung des Canal-Petiti unbeteiligt an der Ernährung der

Linse, aber auch durch Vermittlung des hinteren Pols, denn „an der Ernährung der Linse ist der Glaskörper unbeteiligt, da trotz intensivster Färbung aller Glaskörperschichten Tage hindurch keine Linsenfärbung auftritt, wenn keine Färbung des Kammerwassers zuvor auftritt.“ Letzteres tritt bei Glaskörperinjektionen nur auf pathologischem Wege ein. Ullrich stellt dann noch fest, dass „in der Linse die Aufnahme der gefärbten Flüssigkeit von der Corticalis zum Kern vor sich gehe, um in gleicher Folge zu verschwinden.“

Schick machte Versuche mit Ferrocyankalium und Uranin. Erstere subkutanen Injektionen ergaben: „Ein Filtrationsstrom, wie Ullrich beschrieb, vom Glaskörper durch die Zonula etc. existiert nicht, dagegen einer vom corpus ciliare in die hintere Kammer, von da durch den Canal-Petiti in die Linsensubstanz und durch die Zonula in den Glaskörper und hier zunächst in seine vorderen Schichten, um ihn dann ganz zu durchdringen. Die subkutanen Uranininjektionen hatten im allgemeinen dieselben Erfolge. Schick stimmt also mit Schöler überein, auch darin, dass in der Linse der Eintritt am Aequator und von hier weitere Verbreitung in die Linsensubstanz stattfinde.

In der Frage über die Richtung der Glaskörperströmungen kam Gifford zu derselben Anschauung wie Schöler und Uhthoff. Er injicierte Farbstoffe und Milzbrandbacillen teils vom Glaskörper, teils von der Schädelhöhle aus und fand, dass ein starker Strom vom Glaskörper nach dem Centralkanal des Opticus und weiter bis zur Schädelhöhle stattfinde. Auch Leplat nimmt für den Glaskörper einen Ernährungsstrom an, welcher aus dem Corpus ciliare stamme und

seinen Austritt durch den Sehnerven nehme. Desgleichen Staderini.

Fassen wir nun von den bis jetzt angeführten Thatsachen diejenigen zusammen, worüber unter den Forschern völlige oder wenigstens grösste Uebereinstimmung herrscht. Zunächst kann als feststehend gelten, dass unter normalen Verhältnissen ein Flüssigkeitsstrom vom Sekretionswinkel durch die Zonula nach dem Glaskörper im Auge vorhanden ist und keine umgekehrte Strömung, wie sie Knies und Ullrich annehmen. Letztere ist, wenn sie bei Glaskörperinjektionen auftritt, pathologisch und lässt sich nach Schöler und Uhthoff erklären: „Das Eintreten letzterer (Färbung des Kammerwassers nach Glaskörperinjektionen) begünstigt und erzeugt durch Drucksteigerung im Glaskörper, wie Druckherabsetzung in der vorderen Kammer, erfolgt nicht auf physiologisch präformierten Wegen.“

Dass diese Anschauung richtig ist, geht wohl auch daraus hervor, dass man dem Befunde bei Ullrichs Experimenten auch eine andere Erklärung geben könnte, welche mit der Schöler'schen Anschauung übereinstimmt. Wie oben mitgeteilt fand Ullrich bei subkutanen Injektionen die intensivste Blaufärbung des Glaskörpers in der Gegend des Linsenäquators. Um diese Erscheinung in Einklang zu bringen mit den Ergebnissen seiner Glaskörperinjektionen, welche nach obigen darin bestanden, dass ein nach hinten am Rande der fossa patellaris scharf randig nach vorn etwas diffuser auslaufender Streifen der Linsenkapsel und dem entsprechend eine nach hinten scharf begrenzte nach vorn diffus auslaufende Bläuung der

Linsensubstanz am Aequator auftrat, nahm Ullrich eine gewisse Stauung eines durch die Glaskörperbegrenzung des Canalis-Petiti vom Glaskörper in diesen hindurch filtrierenden Stromes an. Es hätte sich also an der fraglichen Stelle wegen der Stauung das Ferrocyankalium angehäuft. Eine solche Anhäufung lässt sich aber auch bei umgekehrter Stromrichtung denken. In diesem Falle würde am Petit'schen Canal der Anfangsteil der Flüssigkeitsbahn im Glaskörper liegen und das subkutan injicierte Ferrocyankalium früher hingelangen, als am Ende der Strombahn. Indem nun an dieser Stelle das Glaskörpergewebe bei dauernder Durchtränkung der Nährflüssigkeit mit Ferrocyankalium, diesem länger ausgesetzt ist, wird es auch eine stärkere Anhäufung desselben erleiden. Infolgedessen wird auch mit zunehmender Entfernung der Strombahn die Nährflüssigkeit ärmer, eben wegen der Abgabe im Anfangsteil, an Ferrocyankalium werden. So kommt ein zweites Moment dazu für die geringere Anhäufung in der Mitte des Glaskörpers und die stärkere in der Nähe des Linsenäquators. Dieselben Gesichtspunkte betreff der Stromrichtung lassen sich auch bei der Linse aufstellen, worauf ich weiter unten zurückkomme.

Aus alledem, glaube ich, geht mit Sicherheit hervor, dass der Flüssigkeitsstrom in der Nähe des Linsenäquators lediglich aus dem Sekretionswinkel stammt.

Ein weiterer Befund, welcher allen Versuchen gemeinsam ist, ist der Eintritt der injicierten Flüssigkeiten am Linsenäquator, mögen dieselben auf physiologisch präformierten oder künstlich hervorgerufenen Wegen dorthin gelangt sein. Darin stimmen wohl

Knies, Weiss, Ullrich, Schöler und Uhthoff und Schick überein. Auch Deutschmanns Versuch, obgleich er eine andere Erklärung giebt, ist dafür zu verwerten, da die Art der Verbreitung des Jodkaliums, welches sich vor allem in der äquatorialen Cortex und den hinteren Linsenpartieen fand, sehr erinnert an den Befund bei den Ferrocyankaliumversuchen der übrigen Forscher.

So sicher dadurch der Eintritt am Linsenäquator erwiesen ist, so zweifelhaft stellt sich die Frage über den hinteren Linsenpol als Eintrittsstelle des Flüssigkeitsstromes. Hier konnte bei den Glaskörperinjektionen die Reagensflüssigkeit nachgewiesen werden, aber diese Untersuchungsmethode kann nicht dieselbe Geltung haben, wie die subkutane Methode, bei welcher nur der Aequator als Eintrittsstelle sich erwies. Denn schliesslich können dieselben Verhältnisse, welche den oben erwähnten pathologischen Uebertritt des Glaskörperstromes durch die Zonula hervorbrachten, im Spiele gewesen sein.

Auch die embryonale arteria byaloidea kann nicht für die eine Richtung der Strömung verwendet werden, denn die umgebenden, abführenden Wege können die entgegengesetzte Anschauung stützen.

Es bleibt nur noch die bekannte Form der Choroideal-Cataract (Sternfigur mit der Zeichnung eines fein mazerierten Blattes) übrig, welche für die Ernährung der Linse via fossa patellaris ins Feld geführt werden könnte. Wenn mir nun auch eine genügende Erklärung für diese Cataractform nicht möglich ist, so möchte ich doch darauf hinweisen, dass die gleiche Form der Linsentrübung auch ohne begleitende Cho-

roiditis beobachtet wird bei der traumatischen Cataract. Auch hier bildet sich die characteristische Form der Choroidealcataract ohne Einwirkung von Seite der Choroidea aus und kann sogar stationär bleiben, wenn sie auch für die Regel entweder in der Totaltrübung untergeht oder wieder zurückgeht. Eindeutig für einen Flüssigkeitsübertritt aus dem Glaskörper in die Linse kann also auch diese Erscheinung nicht verwertet werden, wenn auch die Möglichkeit eines solchen bei Störung der normalen Circulation gerade im Hinblicke auf die soeben angeführte Staarform nicht geleugnet werden soll.

Wir werden also aus den obigen Gründen für das normale Auge den Linsenäquator als einzige Eintrittspforte der Nährflüssigkeit in die Linse auffassen müssen.

Betrachten wir uns die Anschauungen über den Weg, welchen die Flüssigkeit in der Linse einschlägt, so giebt Knies ein concentrisches Eindringen vom Aequator aus und eine Strömung in der Linse von hinten nach vorn an. Bei den Weiss'schen Versuchen waren nur die hintere Linsenhälfte und hier nur die alleräussersten Schichten lebhaft gefärbt. Ullrich beobachtete eine scharf nach hinten begrenzte nach vorn diffus auslaufende Bläuung in der äquatorialen Corticalis. Deutschmann konnte das meiste Jodkalium unter der hinteren Kapsel und den angrenzenden Partieen der hinteren Cortex, sowie in der ganzen äquatorialen Cortex nachweisen.

Aus dem Vorhandensein und der Intensität der Reaktion auf die der Linsenlymphe beigemengten Stoffe müssen wir auf die Richtung und den weiteren

Weg der Strömung in der Linse schliessen und stimmen hier die anscheinend differenten Ergebnisse der genannten Forscher überein, wenn wir die Versuchsdauer der Experimente berücksichtigen. Ullrich sah nur Verfärbung im Aequator während Knies und Deutschmann im ganzen Aequator und in der ganzen hinteren Cortex die eingeführten Stoffe nachweisen konnten.

Ullrich tödtete eben die Tiere $1^1/_2$—$2^1/_2$ Stunden, Deutschmann 3 Stunden nach Einführung der betreffenden Lösungen in die allgemeine Körpercirculation. Knies beobachtete 4 Stunden lang das Vordringen des Ferrocyankaliums in der Linse.

Nun ist aber der Flüssigkeitsstrom in der Linse ein sehr langsamer. Nach Knies braucht ein Molekül, um die ganze Linse zu durchwandern, als Minimum eine Zeit von 24 Stunden.

Bence Jones's Untersuchungen hatten nach Zehender das Ergebnis: „dass, wenn 25 Minuten vor der Operation 20 gr. Lithium genommen waren, in der extrahierten Linse kein Lithium sich fand, dass Spuren davon in dem wässerigen Extrakt der Linse gefunden wurden, wenn $2^1/_2$ Stunden und dass in allen Partikelchen es nachweisbar war, wenn $3^1/_2$ Stunden vor der Operation Lithium eingenommen war. Nach 5 Tagen schien es allmählich zu entweichen und nach 7 Tagen wär kaum noch eine Spur davon in der extrahierten Linse zu entdecken.“ Demnach nimmt Knies eine bedeutend grössere Langsamkeit (24 Std.) an als Bence Jones ($3^1/_2$ Std.). Wie dem auch sei, so viel geht daraus hervor, dass Ullrich nach $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Stunden nur geringe Verfärbung am Aequator

sehen konnte, während bei Knies, Weiss und Deutschmann nach 4 resp. 3 Stunden in der ganzen hinteren Cortex die eingeführten Stoffe nachgewiesen wurden.

Demnach unterliegt es also keinem Zweifel, dass von dem Aequator der Flüssigkeitsstrom zunächst in die anliegenden, äquatorialen Partieen und in die hintere Cortex und unter die hintere Kapsel gelangt.

Eine Beobachtung von Samelsohn führte zu Schlüssen hinsichtlich des letzten Stadiums und des Austrittes der Flüssigkeitsströmung in der Linse. Bei dem beweiskräftigsten Falle sass ein Eisensplitter in der Mitte der verengten Pupille dicht unter der vorderen Kapsel und hatte sich zum Teil in Rost aufgelöst. Von dem central sitzenden Rostflecken konnte durch mehrmalige tägliche Untersuchung eine Wanderung des aufgelösten Eisens nach bestimmten Punkten beobachtet werden, welche alle in gleichen Abständen in einem den Endigungen der Zonulafasern entsprechenden Kreise lagen. Gestützt auf dieses centrifugale Wandern des Rostes stellte nun Samelsohn im Anschluss an die oben besprochenen Versuche die Ansicht auf: „dass der Flüssigkeitsstrom nach Eintritt in den Linsenäquator nun mehr centripetal die ganze Linse durchsetze, um sich am vorderen Pol derselben zu sammeln und von hier aus centrifugal nach der Ansatzgegend der Zonulafasern zu strömen, woselbst er die Linse verlässt.“

Eine genauere Beschreibung der Strombahn in der Linse giebt eine Arbeit von Schlösser. Er fand die Ansicht von v. Becker, wofür auch die Angaben von O. Becker und Henle zu sprechen scheinen,

bestätigt, dass um den Linsenkern herum constant interfibrilläre Gänge vorkommen, welche im vorderen resp. hinteren Sternstrahle aus- und einmünden. Er sah nämlich bei Störungen des Ernährungsstroms der Linse infolge kleiner Wunden der Vorderkapsel in den Rindenmassen nahe der Hinterkapsel Spalten auftreten, welche vom Aequator ausgehen und nach dem hinteren Pol radiär verlaufen. Im Anschluss an diese Spalten entsteht ein System von Lücken, welches den Kern concentrisch umgreift und in den durch Flüssigkeitsansammlung erweiterten Sternstrahl einmündet. Beide Systeme sind als Lymphbahnen aufzufassen. Für diese Bedeutung der Lücken in der hinteren Rinde spricht die Verbreitungsweise injicierter Farbflüssigkeiten, ferner klinische Beobachtungen von Fuchs, welche auch Schlösser bestätigen und experimentell hervorrufen konnte. Das Vorhandensein perinukleärer Lymphbahnen beweist bis zur höchsten Wahrscheinlichkeit eine Beobachtung, welche Schlösser an einem Kaninchen gemacht hat. Dem Tiere war 14 Monate zuvor ein Eisensplitter in den vorderen Teil der Linse gebracht worden. „Es entwickelte sich neben einer dichten Trübung, welche dem vorderen Sternstrahl entspricht und in welchem der Splitter liegt, ein zierliches Bild grauweisser, in einer dünnen Zone neben und über einander um den Linsenkern herumliegender Streifen — von der Form eines seitwärts verbogenen S — sie münden vorn in den stark getrübten Sternstrahl und hinten in den schwach getrübten hinteren Sternstrahl und sind als durch erhöhte Füllung sichtbargewordene perinukleäre Canäle aufzufassen.

Indem Schlösser seine Beobachtungen mit denen der bis jetzt genannten Forschern kombiniert, hält er es für höchst wahrscheinlich: „dass die Ernährungsflüssigkeit in die Linse am Aequator eintritt, von hier nach dem hinteren Pol strömt, durch die hinteren Sternstrahlen in das perinukleäre Kanalsystem gelangt, um nach Eintritt in die vorderen Sternstrahlen in kranzförmig geordneten Punkten an der Vorderfläche auszumünden."

Diese Ansicht, besonders aber das Vorhandensein perinukleärer Strömungen in der Linse, wird nun durch die Art der Vorschleppung des Eisens in den beiden Augen, welche dieser Arbeit zu Grunde liegen, wesentlich gestützt. Den stärksten Beweis dafür liefert das zweite Auge, weil hier die Verhältnisse am wenigsten von der Norm abweichen. Die Krankengeschichte bietet zwar wenig Anhaltspunkte für die Vorgänge im operierten Auge, desto mehr die Eisenreaktion. Der Splitter liegt in dem hinteren Kerngebiet unmittelbar an der perinukleären Zone gegenüber dem hinteren Pol. Die Eisenreaktion ergab eine schon makroskopisch sichtbare Verfärbung, welche vom Fremdkörper ausgeht, den Linsenkern nach allen Seiten umgreift und zum vorderen Pol hinzieht. Zwischen dem Epithel der Vorderkapsel und der Linsenoberfläche, welche hier keine pathologischen Veränderungen zeigt, zieht ein blauer Saum bis in die Gegend vor dem Aequator. In den Epithelien befindet sich kein Eisen eingelagert. Dieses Bild stellt geradezu eine Injektion der von Schlösser angegebenen Strombahn dar und bedarf keiner weiteren Erklärung.

Der zweite Fall ist etwas weniger leicht zu deuten

scheint mir jedoch ebenfalls nur für die Schlösser'sche Strombahn zu sprechen. Der Splitter lag hier oberhalb der Mitte in der Grenze zwischen Kern und vorderer Rinde in der Tiefe des vorderen Sternstrahles. Um den Splitter herum entwickelte sich eine successive grösser werdende Zerfallszone mit Rostfärbung, dann entwickelte sich auch Trübung und Zerfall in der unteren Hälfte des vorderen Sternstrahles und gleichzeitig damit traten perinukleäre Ringe auf. Es wurde also durch die Veränderungen im vorderen Strahl eine Unterbrechung der normalen Strömung und damit eine Rückstauung gegeben. Hiefür spricht das, mit der völligen Trübung im vorderen Sternstrahl isochron auftretende Sichtbarwerden der perinukleären Canäle und der mikroskopische Nachweis einer Verbreitung des Eisens in den perinukleären Canälen bis zu dem hinteren Pol. So ist wohl auch die eigentümliche Erscheinung der Trübung im hinteren Pol und unter der hinteren Kapsel bei Verwundung der Vorderkapsel verständlich.

Bei der mikroskopischen Durchmusterung dieses Falles zeigte sich ferner, dass auf der Splitterseite von dem vorderen Pol bis zu dem Zonulafaseransatz Eisen in Form von Körnchen in den Epithelien enthalten ist und ebenso unter den Epithelien sich eine eisenhaltige Detrituschichte befindet. Es ist diess eine mikroskopische Beobachtung der centrifugalen Strömung Samelsohn's.

Für die Existenz bestimmter Lymphwege zwischen den Linsenfasern, welche durch Stauungsvorgänge erweitert werden und an Querschnitten als spindelförmige Lücken erscheinen, spricht das dritte Präparat, welches

von Resten einer Menschenlinse herrührt, die wegen der Anwesenheit eines Eisensplitters extrahiert werden musste. Die Reaktion erwies hier, dass das Eisen vom Orte des Splitters aus zwischen den Linsenfasern gewandert war.

Als unterstützende Momente, welche eine Linsenströmung im Sinne Schlössers bedingen, sind der Linsenkern, der Kernbogen und die Akkommodation zu erwähnen. Der Linsenkern zwingt als undurchdringbares Hindernis die Nährflüssigkeit zum Ausweichen. Nach Schlösser stecken die Kerne der Linsenfasern in diesen nicht wie die Kugel in einem Flintenlauf, sondern sie bauchen die Fasern etwas aus. Dadurch ist es leicht denkbar, dass sie ein Vorwärtsströmen der Nährflüssigkeit nach vorn zwischen den Fasern an jener Stelle verhindern und so nach Art eines Strombrechers in der Richtung nach dem vorderen Pol wirken.

Die Akkommodation bewirkt nach O. Becker perinukleäre Lücken, indem der feste Kern an den Bewegungen der elastischen Rindenschicht nicht teilnimmt und dadurch eine Dehiscenz zwischen Kern und Rinde hervorgerufen wurde. Dies angenommen müssten durch das wechselnde Spiel der Akkommodation abwechselnd luftleere Lücken entstehen, in welche dann die Nährflüssigkeit gesogen wird, um von da in der nächsten Phase wieder einen anderen Ort aufzusuchen. Es würden dann ähnliche Vorgänge stattfinden, wie sie C. Hasse für die Bewegung der Flüssigkeit in die vordere Augenkammer sowie für die Lymphbewegung im Knorpel und Knochen annimmt. Durch die Akkommodation käme die Wirk-

ung einer Druck- und Saugpumpe zustande. Der Kernbogen würde insofern als Ventil, um bei dem Bilde zu bleiben, wirken, indem er einerseits den Strom zwingt, mehr nach dem perinukleären Gebiete zu gehen, andrerseits die Saugwirkung auf das Gebiet vor den Kernbogen in der Nähe der Umbiegungsstelle der Epithelien abschwächt. Da in diesem Winkel die Austrittsstelle des Flüssigkeitsstromes zu suchen ist würde der Kernbogen gewissermassen einen Schutz für den Austritt der Lymphe aus der Linse darstellen gegen die centrale Aspiration.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Privatdocent Dr. Schlösser für gütige Ueberweisung des Themas und ausgedehnte liebenswürdige Unterstützung bei Bearbeitung desselben, sowie Herrn Geheimrat Prof. Dr. v. Rothmund für freundliche Uebernahme des Referates meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Litteratur.

I. Zur Eisenreaktion.

1) Perls: Nachweis von Eisenoxyd in gewissen Pigmenten. Archiv für path. Anatom. u. Physiol. v. H. Virchow. XXXIX.
2) Bunge: Ueber Siderosis bulbi. Verhandlg. des X. internationl. medic. Congresses zu Berlin.
3) Ausin: Das Eisen in der Linse. Inauguraldissert. Dorpat 1891.
4) Vossius: Ein Fall von Tumor chorioid. v. Graefe's Archiv für Ophthalmol. XXXI. 2.
5) Quincke: Zur Pathologie des Blutes. Archiv für klin. Medic. 27.
6) v. Hippel: Das Eisen in der Linse. Archiv für Ophthalmol.

II. Zur Flüssigkeitsströmung in der Linse.

7) Knies: Zur Lehre von den Flüssigkeitsströmungen im lebenden Auge. Virchow's Archiv für path. Anat. B. 65. Heft 4. 1875.
8) — Ueber die Ernährung des Auges etc. Archiv für Augen- u. Ohrenheilkunde. Bd. VII. 1878.
9) Weiss: Zur Flüssigkeitsströmung im Auge. Verhandlungen des naturhistorischen med. Vereins zu Heidelberg. II. p. 7.
10) Ullrich: Zur Anatomie u. Physiol. des Canal Petiti. Graefe's Archiv für Ophthalmologie. Bd. 26. I.
11) — Ueber die Ernährung des Auges. Ibidem 26. III.
12) Deutschmann: Fortgesetzte Untersuchungen zu Pathogenese der Catarakt. II. Catar. senil. Archiv für Ophthalmologie. XXV. 2.
13) Schöler u. Uhthoff: Ueber Fluorescin in seiner Bedeutung für Erforschung des Flüssigkeitswechsels im Auge. Archiv für Physiologie. Jahrgang 1882.

14) Schick: Experimentale Beiträge zur Lehre vom Flüssigkeitswechsel im Auge v. Graefe's Archiv für Ophthal. XXXI. 2. 1885.
15) Ehrlich: Ueber provozierte Fluorescenz-Erscheinungen. Deutsche med. Wochenschrift. 1—3. 1882.
16) Gifford: Ueber Lymphströme des Auges. Archiv für Augenheilkunde. XVI.
17) Leplat: Etudes sur la nutrition du corps vitré. Annal d'Occulist. T. XCVIII.
18) — Nouvelles recherches sur la circulat. du liquide intra-oculaire. Annal d'Occulist. T. CI.
19) Zehender: Zur Ernährung der Linse nach Versuchen von Bence Jones Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde. XII. 1874.
20) Staderini: Ueber die Abflusswege des humor aqueus. Archiv für Ophthalm XXXVII. 3.
21) C. Hasse: Ueber die Ursachen der Bewegungen der Ernährungsflüssigkeiten im tierischen Körper. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. XXXIII.
22) Schlösser: Experimentale Studie über traumat. Cataract.
23) — Ueber die Lymphbahnen der Linse. Münchner medic. Wochenschrift. 1889. Nr. 7. S. 168.
24) Samelsohn: Zur Flüssigkeitsströmung in der Linse. Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde v. Zehender. XIX. 1881.